

Braking force control system in vehicle

Patent Number: ☐ US6017101
Publication date: 2000-01-25
Inventor(s): MATSUDA SHOHEI (JP)
Applicant(s): HONDA MOTOR CO LTD (JP)
Requested Patent: ☐ JP9142272
Application Number: US19960752951 19961120
Priority Number(s): JP19950301689 19951120
IPC Classification: B60T8/32
EC Classification: B60T8/24, B60T7/12
Equivalents:

Abstract

If a driver's sudden operation of a steering handle to avoid an obstacle is detected based on outputs from a steering speed sensor (S1), a steering torque sensor (S2) and/or a steering torque variation amount sensor (S7), a master cylinder produces a braking hydraulic pressure by a command from an electronic control unit without depression of brake pedal by a driver. A hydraulic pressure control device (4) transmits the braking hydraulic pressure to brake calipers of inner wheels during turning of the vehicle to brake the inner wheels. This causes a yaw moment to be generated so as to turn the direction of advancement of the vehicle to an inward in a turning direction. Thus, the steering operation can be assisted by such yaw moment to avoid the obstacle.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 左車輪 (W_{FL} , W_{RL}) 及び右車輪 (W_{FR} , W_{RR}) にそれぞれ設けられた車輪ブレーキ (B_{FL} , B_{RL} , B_{FR} , B_{RR}) と、左車輪 (W_{FL} , W_{RL}) の車輪ブレーキ (B_{FL} , B_{RL}) 及び右車輪 (W_{FR} , W_{RR}) の車輪ブレーキ (B_{FR} , B_{RR}) を個別に作動させ得るアクチュエータ (2, 4) と、ドライバーによるブレーキ操作から独立して前記アクチュエータ (2, 4) を制御し得るアクチュエータ制御手段 (M3) とを備えた車両の制動力制御装置において、

ドライバーの緊急回避ステアリング操作を検出する緊急回避ステアリング操作検出手段 (M1) を設け、緊急回避ステアリング操作が検出されたときに、前記アクチュエータ制御手段 (M3) はステアリング操作方向への車両の進行方向変化を車輪ブレーキ (B_{FL} , B_{RL} , B_{FR} , B_{RR}) の制動力によって発生させるべく前記アクチュエータ (2, 4) を制御することを特徴とする車両の制動力制御装置。

【請求項 2】 前記緊急回避ステアリング操作検出手段 (M1) は、操舵速度 (θ_v) が数居値 (θ_{v0}) 以上であるとき、操舵トルク (θ_r) が数居値 (θ_{r0}) 以上であるとき及び／又は操舵トルク変化量 ($d\theta_r / dt$) が数居値 ($[d\theta_r / dt]_0$) 以上であるときに緊急回避ステアリング操作を検出することを特徴とする、請求項 1 記載の車両の制動力制御装置。

【請求項 3】 前記アクチュエータ制御手段 (M3) は、車両の進行方向変化量 ($\Delta\psi$) が数居値 ($\Delta\psi_0$) に達したときに該進行方向変化を発生させるためのアクチュエータ (2, 4) の制御を終了することを特徴とする、請求項 1 記載の車両の制動力制御装置。

【請求項 4】 路面摩擦係数 (μ) を検出する路面摩擦係数検出手段 (M2) を設け、路面摩擦係数 (μ) の増加に応じて前記操舵トルク (θ_r) の数居値 (θ_{r0}) 及び／又は操舵トルク変化量 ($d\theta_r / dt$) の数居値 ($[d\theta_r / dt]_0$) を増加させることを特徴とする、請求項 2 記載の車両の制動力制御装置。

【請求項 5】 車速 (V) を検出する車速検出手段 (S_s) を設け、車速 (V) の増加に応じて前記操舵トルク (θ_r) の数居値 (θ_{r0}) 及び／又は操舵トルク変化量 ($d\theta_r / dt$) の数居値 ($[d\theta_r / dt]_0$) を減少させることを特徴とする、請求項 2 記載の車両の制動力制御装置。

【請求項 6】 路面摩擦係数 (μ) を検出する路面摩擦係数検出手段 (M2) を設け、路面摩擦係数 (μ) の増加に応じて前記進行方向変化を発生させる車輪ブレーキ (B_{FL} , B_{RL} , B_{FR} , B_{RR}) の制動力を増加させることを特徴とする、請求項 1 記載の車両の制動力制御装置。

【請求項 7】 車速 (V) を検出する車速検出手段 (S_s) を設け、車速 (V) の増加に応じて前記進行方向変化を発生させる車輪ブレーキ (B_{FL} , B_{RL} , B_{FR} , B_{RR}) の制動力を減少させることを特徴とする、請求項 1 記載の車両の制動力制御装置。

B_{RL}) の制動力を減少させることを特徴とする、請求項 1 記載の車両の制動力制御装置。

【請求項 8】 車両の進行方向前方に存在する障害物を検出する障害物情報検出手段 (M4) と、前記検出結果に基づいて車輪ブレーキ (B_{FL} , B_{RL} , B_{FR} , B_{RR}) の制動力による車両の進行方向変化で前記障害物の回避が可能か否かを判定する障害物回避判定手段 (M5) とを設け、前記アクチュエータ制御手段 (M3) は前記判定結果が否の場合には車速 (V) を減少させるための制動力を発生させるべく前記アクチュエータ (2, 4) を制御することを特徴とする、請求項 1 記載の車両の制動力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、左車輪及び右車輪にそれぞれ設けられた車輪ブレーキと、左車輪の車輪ブレーキ及び右車輪の車輪ブレーキを個別に作動させ得るアクチュエータと、ドライバーによるブレーキ操作から独立して前記アクチュエータを制御し得るアクチュエータ制御手段とを備えた車両の制動力制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 走行中の車両が前方の障害物を確実に回避するには車両の進行方向を速やかに変更する必要がある、そのために従来はパワーステアリング装置の応答性を高めることが求められていた。また車両の運動限界付近でスピンや横滑りが発生しそうになったとき、左車輪及び右車輪に異なる制動力を与えることにより車両に復元ヨーモーメントを生じさせ、スピンや横滑りの発生を回避する技術が提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、ステアリング操作だけで車両の進行方向を変更するには、ドライバーのステアリング操作速度やタイヤが発生し得るコーナリングフォースによって限界があった。また左右の車輪に異なる制動力を与えて車両にヨーモーメントを発生させる技術はスピンや横滑りの発生を回避するためのものであって、ドライバーのステアリング操作をアシストして車両の進行方向を速やかに変更するためのものではなかった。

【0004】 本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、ドライバーが障害物等を回避するためにステアリング操作を行った場合に、車輪の制動力を利用して車両の進行方向を速やかに変更することが可能な車両の制動力制御装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、請求項 1 に記載された発明は、左車輪及び右車輪にそれぞれ設けられた車輪ブレーキと、左車輪の車輪ブレーキ及び右車輪の車輪ブレーキを個別に作動させ得るアクチュエータと、ドライバーによるブレーキ操作から独

立して前記アクチュエータを制御し得るアクチュエータ制御手段とを備えた車両の制動力制御装置において、ドライバーの緊急回避ステアリング操作を検出する緊急回避ステアリング操作検出手段を設け、緊急回避ステアリング操作が検出されたときに、前記アクチュエータ制御手段はステアリング操作方向への車両の進行方向変化を車輪ブレーキの制動力によって発生させるべく前記アクチュエータを制御することを特徴とする。

【0006】また請求項2に記載された発明は、請求項1の構成に加えて、前記緊急回避ステアリング操作検出手段は、操舵速度が数居値以上であるとき、操舵トルクが数居値以上であるとき及び／又は操舵トルク変化量が数居値以上であるときに緊急回避ステアリング操作を検出することを特徴とする。

【0007】また請求項3に記載された発明は、請求項1の構成に加えて、前記アクチュエータ制御手段は、車両の進行方向変化量が数居値に達したときに該進行方向変化を発生させるためのアクチュエータの制御を終了することを特徴とする。

【0008】また請求項4に記載された発明は、請求項2の構成に加えて、路面摩擦係数を検出する路面摩擦係数検出手段を設け、路面摩擦係数の増加に応じて前記操舵トルクの数居値及び／又は操舵トルク変化量の数居値を増加させることを特徴とする。

【0009】また請求項5に記載された発明は、請求項2の構成に加えて、車速を検出する車速検出手段を設け、車速の増加に応じて前記操舵トルクの数居値及び／又は操舵トルク変化量の数居値を減少させることを特徴とする。

【0010】また請求項6に記載された発明は、請求項1の構成に加えて、路面摩擦係数を検出する路面摩擦係数検出手段を設け、路面摩擦係数の増加に応じて前記進行方向変化を発生させる車輪ブレーキの制動力を増加させることを特徴とする。

【0011】また請求項7に記載された発明は、請求項1の構成に加えて、車速を検出する車速検出手段を設け、車速の増加に応じて前記進行方向変化を発生させる車輪ブレーキの制動力を減少させることを特徴とする。

【0012】また請求項8に記載された発明は、請求項1の構成に加えて、車両の進行方向前方に存在する障害物を検出する障害物情報検出手段と、前記検出結果に基づいて車輪ブレーキの制動力による車両の進行方向変化で前記障害物の回避が可能か否かを判定する障害物回避判定手段とを設け、前記アクチュエータ制御手段は前記判定結果が否の場合には車速を減少させるための制動力を発生させるべく前記アクチュエータを制御することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、添付図面に示した本発明の実施例に基づいて説明する。

【0014】図1～図7は本発明の第1実施例を示すもので、図1は制動力制御装置を備えた車両の全体構成図、図2は制動装置の油圧回路図、図3は制御系のブロック図、図4は作用を説明するフローチャート、図5は路面摩擦係数を推定する手順を説明するグラフ、図6は操舵トルク及び操舵トルク変化量の数居値を設定するグラフ、図7は制動力発生量を設定するグラフである。

【0015】図1に示すように、車体前部にエンジンE、トランスミッションT及びディファレンシャルDを一体化したパワーユニットPを搭載した車両は、このパワーユニットPに接続された駆動輪である左右の前輪 W_{FL} 、 W_{FR} と、従動輪である左右の後輪 W_{RL} 、 W_{RR} とを備える。左右の前輪 W_{FL} 、 W_{FR} にはそれぞれブレーキキャリバ B_{FL} 、 B_{FR} が設けられ、左右の後輪 W_{RL} 、 W_{RR} にはそれぞれブレーキキャリバ B_{RL} 、 B_{RR} が設けられる。ブレーキペダル1に接続された負圧ブースタ2によって作動するマスタシリンダ3が、油圧制御手段4を介して前記各ブレーキキャリバ B_{FL} 、 B_{RR} 、 B_{FR} 、 B_{RL} に接続される。負圧ブースタ2はブレーキペダル1の踏力により作動するだけでなく、後述する電子制御ユニットUからの指令により作動してマスタシリンダ3にブレーキ油圧を発生させる。

【0016】ステアリングホイール5には操舵速度 θ_v を検出する操舵速度センサ S_1 と、操舵トルク θ_r を検出する操舵トルクセンサ S_2 と、操舵トルク変化量 $d\theta_r/dt$ を検出する操舵トルク変化量センサ S_7 とが設けられる。操舵トルク変化量センサ S_7 は操舵トルクセンサ S_2 で検出した操舵トルク θ_r の時間微分値に基づいて操舵トルク変化量 $d\theta_r/dt$ を検出する。また車体の適所にはヨーレート $d\psi/dt$ を検出するヨーレートセンサ S_8 と、横加速度Gを検出する横加速度センサ S_4 とが設けられる。更に従動輪である左右の後輪 W_{RL} 、 W_{RR} には車速Vを検出する車速センサ S_5 、 S_6 が設けられる。尚、符号 S_0 はレーダーセンサ或いはC/Dカメラよりなる前方監視センサである。この前方監視センサ S_0 は後述する第2実施例において用いられる。

【0017】電子制御ユニットUは前記各センサ $S_1 \sim S_7$ から入力される信号を所定のプログラムに基づいて演算処理し、車両の旋回をアシストするヨーモーメントを発生させるべく、負圧ブースタ2及び油圧制御手段4を介して各ブレーキキャリバ B_{FL} 、 B_{RR} 、 B_{FR} 、 B_{RL} の作動を制御する。前記負圧ブースタ2及び油圧制御手段4は本発明のアクチュエータを構成する。

【0018】図2に示すように、マスタシリンダ3は2個の出力ポート6a、6bを備えており、第1出力ポート6aが油圧制御手段4を介して左前輪 W_{FL} のブレーキキャリバ B_{FL} 及び右後輪 W_{RR} のブレーキキャリバ B_{RR} に接続されるとともに、第2出力ポート6bが油圧制御手段4を介して右前輪 W_{FR} のブレーキキャリバ B_{FR} 及び左

後輪 W_{RL} のブレーキキャリバ B_{RL} に接続される。

【0019】油圧制御手段4は、各ブレーキキャリバ B_{FL} 、 B_{RR} 、 B_{FR} 、 B_{RL} に個別に対応した4つの常開型電磁弁 V_{OFL} 、 V_{ORR} 、 V_{OFR} 、 V_{ORL} と、各ブレーキキャリバ B_{FL} 、 B_{RR} 、 B_{FR} 、 B_{RL} に個別に対応した4つの常閉型電磁弁 V_{CFL} 、 V_{CRR} 、 V_{CFR} 、 V_{CRL} と、左前輪 W_{FL} のブレーキキャリバ B_{FL} 及び右後輪 W_{RR} のブレーキキャリバ B_{RR} 並びに右前輪 W_{FR} のブレーキキャリバ B_{FR} 及び左後輪 W_{RL} のブレーキキャリバ B_{RL} にそれぞれ個別に対応した一対のリザーバ7a、7bと、両リザーバ7a、7bに吸入弁8a、8bを介して接続される一対の戻しポンプ9a、9bと、両戻しポンプ9a、9bに共通なモータ10と、両戻しポンプ9a、9bを常開型電磁弁 V_{OFL} 、 V_{ORR} 、 V_{OFR} 、 V_{ORL} 及び常開型電磁弁12a、12b間に接続する油路に介装される吐出弁11a、11bと、マスタシリンダ3の出力ポート6a及び2個の常開型電磁弁 V_{OFL} 、 V_{ORR} 間に介装した常開型電磁弁12aと、マスタシリンダ3の出力ポート6bと2個の常開型電磁弁 V_{OFR} 、 V_{ORL} 間に介装した常開型電磁弁12bと、各常開型電磁弁12a、12bに並列に設けられた所定の開弁圧を有するダブルチェック弁13a、13bとを備える。

【0020】常開型電磁弁 V_{OFL} はマスタシリンダ3の出力ポート6bと左前輪 W_{FL} のブレーキキャリバ B_{FL} との間に介設され、常開型電磁弁 V_{ORR} は前記出力ポート6aと右後輪 W_{RR} のブレーキキャリバ B_{RR} との間に介設され、常開型電磁弁 V_{OFR} はマスタシリンダ3の出力ポート6bと右前輪 W_{FR} のブレーキキャリバ B_{FR} との間に介設され、常開型電磁弁 V_{ORL} は前記出力ポート6bと左後輪 W_{RL} のブレーキキャリバ B_{RL} との間に介設される。

【0021】常閉型電磁弁 V_{CFL} は左前輪 W_{FL} のブレーキキャリバ B_{FL} 及びリザーバ7a間に、常閉型電磁弁 V_{CRR} は右後輪 W_{RR} のブレーキキャリバ B_{RR} 及びリザーバ7a間に、常閉型電磁弁 V_{CFR} は右前輪 W_{FR} のブレーキキャリバ B_{FR} 及びリザーバ7b間に、常閉型電磁弁 V_{CRL} は左後輪 W_{RL} のブレーキキャリバ B_{RL} 及びリザーバ7b間にそれぞれ介設される。

【0022】電子制御ユニットUは前記各常開型電磁弁 V_{OFL} 、 V_{ORR} 、 V_{OFR} 、 V_{ORL} 、12a、12b及び各常閉型電磁弁 V_{CFL} 、 V_{CRR} 、 V_{CFR} 、 V_{CRL} を開閉制御し、且つドライバーによるブレーキペダル1の操作とは独立して負圧ブースタ2の作動を制御することにより、周知のアンチロックブレーキ機能を発揮させるとともに、ドライバーのステアリング操作をアシストして車両の進行方向を速やかに変更させる。

【0023】上記構成を備えた油圧制御手段4はアンチロックブレーキ機能を備えており、以下そのアンチロックブレーキ機能の概略を説明する。

【0024】制動時に車輪がロック状態に入りそうにな

ると常開型電磁弁12a、12bを励磁して開弁し、アンチロックブレーキ制御中に各ブレーキキャリバ B_{FL} 、 B_{RR} 、 B_{FR} 、 B_{RL} のブレーキ油圧の脈動がブレーキペダル1に反力として伝達され難くする。そして常開型電磁弁 $V_{OFL} \sim V_{ORL}$ のうちロック状態に入りそうである車輪に対応する常開型電磁弁を励磁して開弁するとともに常閉型電磁弁 $V_{CFL} \sim V_{CRL}$ のうち上記車輪に対応する常閉型電磁弁を励磁して開弁すると、ブレーキ油圧の一部がリザーバ7a或いはリザーバ7bに逃がされて減圧される。またブレーキ油圧を保持する際には、常開型電磁弁 $V_{OFL} \sim V_{ORL}$ を励磁して開弁するとともに常閉型電磁弁 $V_{CFL} \sim V_{CRL}$ を消磁して閉弁状態に保持すればよく、ブレーキ油圧を増圧する際には、常開型電磁弁 $V_{OFL} \sim V_{ORL}$ を消磁して開弁するとともに常閉型電磁弁 $V_{CFL} \sim V_{CRL}$ を消磁して閉弁状態に保持すればよい。

【0025】一対の戻しポンプ9a、9bを共通に駆動するモータ10は上記アンチロックブレーキ制御時に作動せしめられ、リザーバ7a、7bに逃がされた作動油が戻しポンプ9a、9bから各常開型電磁弁 $V_{OFL} \sim V_{ORL}$ の上流側に戻される。従って、リザーバ7a、7bに逃がした作動油の分だけマスタシリンダ3におけるブレーキペダル1の踏み込み量が増加することはない。

【0026】図3に示すように、操舵速度センサ S_1 、操舵トルクセンサ S_2 、ヨーレートセンサ S_3 、横加速度センサ S_4 、車速センサ S_5 、 S_6 及び操舵トルク変化量センサ S_7 からの信号が入力される電子制御ユニットUは、ドライバーが前方の障害物を回避すべくステアリングホイール5を緊急操作したことを検出する緊急回避ステアリング操作検出手段M1と、路面摩擦係数 μ を推定する路面摩擦係数検出手段M2と、負圧ブースタ2及び油圧制御手段4よりなるアクチュエータを制御するアクチュエータ制御手段M3とを備える。

【0027】次に、前述の構成を備えた本発明の実施例の作用を、主として図4のフローチャートを参照しながら説明する。

【0028】まず、ステップS1で操舵速度センサ S_1 、操舵トルクセンサ S_2 、ヨーレートセンサ S_3 、横加速度センサ S_4 、車速センサ S_5 、 S_6 及び操舵トルク変化量センサ S_7 の出力に基づいて操舵速度 θ_v 、操舵トルク θ_r 、ヨーレート $d\psi/dt$ 、横加速度G、車速V及び操舵トルク変化量 $d\theta_r/dt$ を検出する。

【0029】次に、ステップS2で電子制御ユニットUの路面摩擦係数検出手段M2により路面摩擦係数 μ の推定を行う。路面摩擦係数 μ の推定には種々の方法があり、車両の前後加速度から推定する方法が一般的であるが、ここでは電動パワーステアリング装置を用いて路面摩擦係数 μ を推定している。

【0030】即ち、電動パワーステアリング装置では車速及び操舵角に応じて適正な操舵トルクが設定されてお

10

20

30

40

50

り、この操舵トルクが得られるように電動パワーステアリング装置のアクチュエータモータが操舵アシスト力を発生する(図5(A)参照)。このとき、必要な操舵アシスト力は路面摩擦係数 μ に応じて変化し、タイヤとの摩擦力が大きい高路面摩擦係数路では操舵アシスト力が大きくなり、タイヤとの摩擦力が小さい低路面摩擦係数路では操舵アシスト力が小さくなる(図5(B)参照)。従って、設定された操舵トルクを得るために必要な操舵アシスト力の大きさから路面摩擦係数 μ を推定することができる。

【0031】続くステップS3~S8及びステップS10は電子制御ユニットUの緊急回避ステアリング操作検出手段M1において実行されるもので、制動力によるステアリング操作のアシストを開始する操舵速度の数居値 θ_{v0} 、操舵トルクの数居値 θ_{r0} 及び操舵トルク変化量の数居値 $[d\theta_r/dt]$ を、それぞれステップS3及びステップS4で設定する。操舵速度の数居値 θ_{v0} は本実施例では固定値として設定されている。また操舵トルクの数居値 θ_{r0} 及び操舵トルク変化量の数居値 $[d\theta_r/dt]$ は可変値であり、図6(A)に示すように前記ステップS2で推定した路面摩擦係数 μ の増加に応じて増加し、且つ図6(B)に示すように車速センサ S_5 、 S_5 により検出した車速Vの増加に応じて減少するように設定されている。

【0032】これにより、障害物の回避が難しい低路面摩擦係数路の走行中或いは高速での走行中には、小さい操舵トルク θ_r 或いは小さな操舵トルク変化量 $d\theta_r/dt$ が入力されても制動力によるアシストが開始されることになり、障害物の回避を確実に行うことができる。

【0033】続くステップS5では、制動力によるアシストを終了する進行方向変化量 $\Delta\psi$ の数居置 $\Delta\psi_0$ を設定する。進行方向変化量 $\Delta\psi$ はヨーレートセンサ S_6 で検出したヨーレート $d\psi/dt$ を所定時間積分したものであり、数居置 $\Delta\psi_0$ は本実施例では固定値として設定されている。

【0034】続くステップS6~ステップS8において、操舵速度センサ S_1 で検出した操舵速度 θ_v がステップS3で設定した数居値 θ_{v0} 以上であり、操舵トルクセンサ S_2 で検出した操舵トルク θ_r がステップS4で設定した数居置 θ_{r0} 以上であり、且つ操舵トルク変化量センサ S_7 で検出した操舵トルク変化量 $d\theta_r/dt$ がステップS4で設定した数居置 $[d\theta_r/dt]$ 以上であれば、ドライバーが障害物を回避するためにステアリングホイール5を急激に操作したと判断し、ステップS9で電子制御ユニットUのアクチュエータ制御手段M3がステアリング操作をアシストするための制動力の発生量、即ち制動により車両に発生させるヨーモーメントの大きさを算出する。

【0035】前記制動力発生量は、基本的に操舵トルク θ_r の大きさに応じて設定される。電動パワーステア

リング装置では、少なくとも操舵トルク θ_r の大きさに応じてアクチュエータモータに印加される電氣量が決定されるが、この電氣量に基づいて制動力発生量を制御すれば、操舵トルク θ_r から制動力発生量を算出するアルゴリズムを電動パワーステアリング装置のそれと共用することができる。

【0036】前記制動力発生量は、路面摩擦係数 μ 及び車速Vに応じて補正される。即ち、図7(A)に示すように路面摩擦係数 μ の増加に応じて制動力発生量は増加し、また図7(B)に示すように車速Vの増加に応じて制動力発生量は減少する。これにより、車両がスピンや横滑りを起こし難い高路面摩擦係数路の走行中或いは低速での走行中には、大きな制動力により大きなヨーモーメントを発生させて障害物の回避を確実に行うことができる。

【0037】而して、ステップS10で進行方向変化量 $\Delta\psi$ が数居置 $\Delta\psi_0$ に達するまで、ステップS11で電子制御ユニットUのアクチュエータ制御手段M3は負圧ブースタ2及び油圧制御手段4を制御し、ステアリング操作をアシストする制動力を発生させる。そしてステップS10で進行方向変化量 $\Delta\psi$ の数居置 $\Delta\psi_0$ に達すると、前記制動力の発生を終了する。このように、進行方向変化量 $\Delta\psi$ の上限を数居置 $\Delta\psi_0$ により規制することにより、車両の過剰な進行方向変化を防止することができる。

【0038】ステアリング操作をアシストする制動力は、アクチュエータである負圧ブースタ2及び油圧制御手段4を次のように制御することにより発生する。

【0039】例えば、ステアリングホイール5を右方向に操作して障害物を回避する場合、電子制御ユニットUからの指令によりドライバーがブレーキペダル1を踏むことなく負圧ブースタ2が作動し、マスタシリンダ3が前記制動力発生量に応じたブレーキ油圧を発生する。これと同時に油圧制御手段4に設けた左前輪 W_{FL} に対応する常開型電磁弁 V_{OFL} と、左後輪 W_{RL} に対応する常開型電磁弁 V_{ORL} とが開弁し、右前輪 W_{FR} に対応する常開型電磁弁 V_{OFR} と、右後輪 W_{RR} に対応する常開型電磁弁 V_{ORR} とが開弁状態に保持される。また4個の常閉型電磁弁 V_{CFL} 、 V_{CRR} 、 V_{CFR} 、 V_{CRL} も全て閉弁状態に保持される。

【0040】その結果、旋回内輪である右前輪 W_{FR} のブレーキキャリバ B_{FR} と右後輪 W_{RR} のブレーキキャリバ B_{RR} とが作動して制動力を発生するため、車両を右旋回させる右回りのヨーモーメントが発生し、このヨーモーメントによりステアリングハンドル5の操作による右旋回がアシストされて車両は障害物をスムーズ且つ確実に回避することができる。そして進行方向変化量 $\Delta\psi$ が数居置 $\Delta\psi_0$ に達すると、負圧ブースタ2の作動が停止してマスタシリンダ3がブレーキ油圧を発生しなくなり、閉弁状態にあった2個の常開型電磁弁 V_{OFL} 、 V_{ORL} が開

10

20

30

40

50

弁状態に復帰して制御が終了する。

【0041】尚、横加速度センサ S_4 で検出した横加速度 G 等に基づいて車両にスピンや横滑りの傾向が発生したと判断した場合には、上述した制動力によるステアリング操作のアシストが中止され、制動力により発生する復元ヨーモーメントによって前記スピンや横滑りを抑制する制御に切り換えられる。このようにすれば、車両にスピンや横滑りが発生した限界状態から定常状態への復帰を確実に行わせることができる。

【0042】次に、図8～図10に基づいて本発明の第2実施例を説明する。

【0043】図8に示すように、第2実施例は第1実施例における操舵速度センサ S_1 、操舵トルクセンサ S_2 、ヨーレートセンサ S_3 、横加速度センサ S_4 、車速センサ S_5 、 S_6 及び操舵トルク変化量センサ S_7 に加えて、レーダーセンサ或いはCCDカメラよりなる前方監視センサ S_8 を備える。

【0044】電子制御ユニットUは第1実施例における緊急回避ステアリング操作検出手段M1、路面摩擦係数検出手段M2及びアクチュエータ制御手段M3に加えて、障害物情報検出手段M4及び障害物回避判定手段M5を備える。障害物情報検出手段M4は、前方監視センサ S_8 の出力に基づいて自車から前方の障害物（例えば、前走車）までの距離 L と、自車と障害物との相対速度 ΔV とを検出する。また障害物回避判定手段M5は、第1実施例において説明した制動力によるヨーモーメントで障害物の回避が可能であるか否かを判定する。

【0045】次に、第2実施例の作用を図9及び図10のフローチャートに基づいて説明する。尚、図9及び図10のフローチャートにおいて、図4のフローチャートのステップに対応するステップには同一のステップ番号が付してある。

【0046】先ず、ステップS1で操舵速度センサ S_1 、操舵トルクセンサ S_2 、ヨーレートセンサ S_3 、横加速度センサ S_4 、車速センサ S_5 、 S_6 及び操舵トルク変化量センサ S_7 の出力に基づいて操舵速度 θ_v 、操舵トルク θ_r 、ヨーレート $d\psi/dt$ 、横加速度 G 、車速 V 及び操舵トルク変化量 $d\theta_r/dt$ が検出され、更に電子制御ユニットUの障害物情報検出手段M4において、前方監視センサ S_8 の出力に基づいて障害物までの距離 L 及び障害物との相対速度 ΔV が検出される。続くステップS2～ステップS9は第1実施例と同一内容であり、そこで緊急回避ステアリング操作が検出されたときに障害物回避のための制動力発生量が算出される。

【0047】続くステップS12において、前記ステップS9で算出した制動力によるヨーモーメントだけで障害物の回避が可能か否かを判定する。ステップS13で前記判定結果が「可」であれば、ステップS10、S11で第1実施例と同様に旋回内輪に制動力を発生させ、その結果発生するヨーモーメントで車両の進行方向を

化させて障害物の回避を行う。

【0048】一方、ステップS13で前記判定結果が「否」であってステップS9で算出した制動力によるヨーモーメントだけでは障害物の回避が不可能であると判定された場合には、ステップS14で車両を減速するための制動力発生量を算出する。そしてステップS15で車両の進行方向変化量 $\Delta\psi$ が数居置 $\Delta\psi_0$ に達するまで、ステップS16で電子制御ユニットUのアクチュエータ制御手段M3が負圧ブースタ2及び油圧制御手段4を制御し、ステアリング操作をアシストするための制動力と減速のための制動力とを同時に発生させる。

【0049】即ち、ステアリング操作をアシストする制動力だけでは障害物を回避することができない場合には、更に車両を減速するための制動力を発生させることにより、両制動力の総和によって障害物の回避を図ることができる。この場合、旋回内輪及び旋回外輪には車両を減速するための制動力が発生し、これに加えて旋回内輪にはステアリング操作をアシストする制動力が発生することになる。

【0050】上記制動力の配分は、電子制御ユニットUからの指令によってマスタシリンダ3が出力するブレーキ油圧を4個のブレーキキャリパ B_{FL} 、 B_{RR} 、 B_{FR} 、 B_{RL} に伝達し、その際に車両を減速するための制動力だけを発生する旋回外輪に対応する常閉型電磁弁 V_{cFL} 、 V_{cRR} 、 V_{cFR} 、 V_{cRL} を選択的に開弁してブレーキ油圧を減圧することにより達成される。

【0051】そして、ステップS15で車両の進行方向変化量 $\Delta\psi$ が数居置 $\Delta\psi_0$ に達すると、ステップS17でステアリング操作をアシストする制動力の発生を終了し、車両を減速するための制動力だけを発生させる。

【0052】このように、ステアリング操作をアシストする制動力だけでは障害物の回避が難しい場合に車両を減速する制動力を併せて発生させることにより、障害物の確実な回避が可能となる。

【0053】以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことができる。

【0054】例えば、実施例ではステップS6で操舵速度 θ_v が数居値 θ_{v0} 以上であり、ステップS7で操舵トルク θ_r が数居置 θ_{r0} 以上であり、且つステップS8で操舵トルク変化量 $d\theta_r/dt$ が数居置 $[d\theta_r/dt]$ 以上である場合にドライバーが障害物を回避するためにステアリングホイール5を急激に操作したと判断しているが、前記ステップS6～S8の何れか1個又は2個の条件が成立したときに緊急回避ステアリング操作が行われたと判断しても良い。また旋回内輪に制動力を発生させる場合に、前後の旋回内輪の何れか一方にだけ制動力を発生させても良い。

【0055】

【発明の効果】以上のように請求項1に記載された発明

によれば、ドライバーの緊急回避ステアリング操作を検出する緊急回避ステアリング操作検出手段を設け、緊急回避ステアリング操作が検出されたときに、アクチュエータ制御手段はステアリング操作方向への車両の進行方向変化を車輪ブレーキの制動力によって発生させるべくアクチュエータを制御するので、ステアリング操作だけでは回避することが難しい障害物を、制動力により発生するヨーモーメントでアシストして確実に回避することが可能となる。

【0056】また請求項2に記載された発明によれば、緊急回避ステアリング操作検出手段は操舵速度が敷居値以上であるとき、操舵トルクが敷居値以上であるとき及び／又は操舵トルク変化量が敷居値以上であるときに緊急回避ステアリング操作を検出するので、ドライバーの緊急回避ステアリング操作を確実に検出することができる。

【0057】また請求項3に記載された発明によれば、アクチュエータ制御手段は車両の進行方向変化量が敷居値に達したときに該進行方向変化を発生させるためのアクチュエータの制御を終了するので、ステアリング操作をアシストする制動力によって車両の進行方向が過剰に変化することが防止される。

【0058】また請求項4に記載された発明によれば、路面摩擦係数を検出する路面摩擦係数検出手段を設け、路面摩擦係数の増加に応じて操舵トルクの敷居値及び／又は操舵トルク変化量の敷居値を増加させるので、障害物の回避が難しい低路面摩擦係数路の走行中には、小さい操舵トルク及び／又は小さい操舵トルク変化量の入力で制動力によるアシストを開始させて障害物の回避を確実に行うことができる。

【0059】また請求項5に記載された発明によれば、車速を検出する車速検出手段を設け、車速の増加に応じて前記操舵トルクの敷居値及び／又は操舵トルク変化量の敷居値を減少させるので、障害物の回避が難しい高速での走行中には、小さい操舵トルク及び／又は小さい操舵トルク変化量の入力で制動力によるアシストを開始させて障害物の回避を確実に行うことができる。

【0060】また請求項6に記載された発明によれば、路面摩擦係数を検出する路面摩擦係数検出手段を設け、路面摩擦係数の増加に応じて進行方向変化を発生させる車輪ブレーキの制動力を増加させるので、車両がスピンや横滑りを起こし難い高路面摩擦係数路の走行中には、大きな制動力により大きなヨーモーメントを発生させて障害物の回避を確実に行うことができる。

【0061】また請求項7に記載された発明によれば、車速を検出する車速検出手段を設け、車速の増加に応じて進行方向変化を発生させる車輪ブレーキの制動力を減少させるので、車両がスピンや横滑りを起こし難い低速での走行中には、大きな制動力により大きなヨーモーメントを発生させて障害物の回避を確実に行うことができ

る。

【0062】また請求項8に記載された発明によれば、車両の進行方向前方に存在する障害物を検出する障害物情報検出手段と、前記検出結果に基づいて車輪ブレーキの制動力による車両の進行方向変化で前記障害物の回避が可能か否かを判定する障害物回避判定手段とを設け、アクチュエータ制御手段は前記判定結果が否の場合には車速を減少させるための制動力を発生させるべくアクチュエータを制御するので、ステアリング操作をアシストする制動力だけでは障害物の回避が難しい場合に、車両を減速する制動力を併せて発生させて障害物を一層確実に回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】制動力制御装置を備えた車両の全体構成図

【図2】制動装置の油圧回路図

【図3】制御系のブロック図

【図4】作用を説明するフローチャート

【図5】路面摩擦係数を推定する手順を説明するグラフ

【図6】操舵トルク及び操舵トルク変化量の敷居値を設定するグラフ

【図7】制動力発生量を設定するグラフ

【図8】第2実施例に係る制御系のブロック図

【図9】第2実施例の作用を説明するフローチャートの第1分図

【図10】第2実施例の作用を説明するフローチャートの第2分図

【符号の説明】

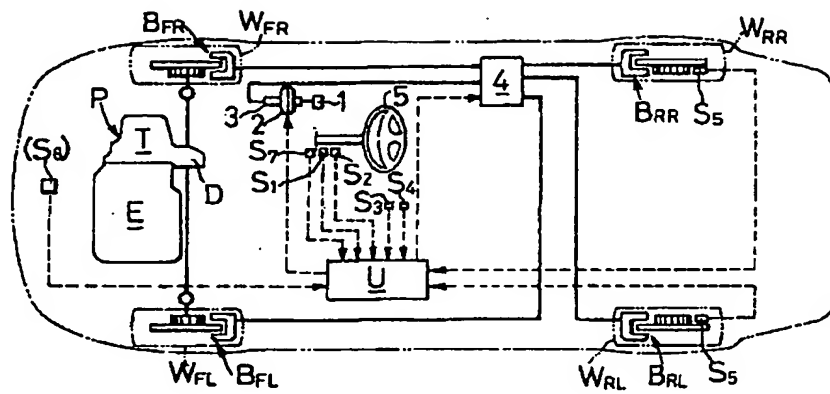
2	負圧ブースタ（アクチュエータ）
4	油圧制御手段（アクチュエータ）
30 B _{FL}	ブレーキキャリバ（車輪ブレーキ）
B _{FR}	ブレーキキャリバ（車輪ブレーキ）
B _{RL}	ブレーキキャリバ（車輪ブレーキ）
B _{RR}	ブレーキキャリバ（車輪ブレーキ）
M1	緊急回避ステアリング操作検出手段
M2	路面摩擦係数検出手段
M3	アクチュエータ制御手段
M4	障害物情報検出手段
M5	障害物回避判定手段
S _s	車速センサ（車速検出手段）
40 V	車速
W _{FL}	左前輪（左車輪）
W _{FR}	右前輪（右車輪）
W _{RL}	左後輪（左車輪）
W _{RR}	右後輪（右車輪）
θ_r	操舵トルク
θ_{ro}	敷居値
θ_v	操舵速度
θ_{vo}	敷居値
$d\theta_r / dt$	操舵トルク変化量
50 $[d\theta_r / dt]$	敷居値

$\Delta \psi$ 進行方向変化量
 $\Delta \psi_0$ 數居値

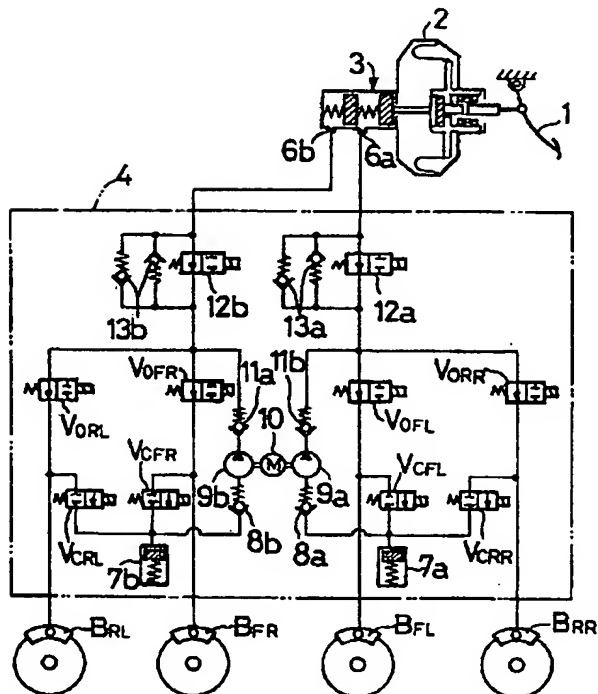
 μ

路面摩擦係數

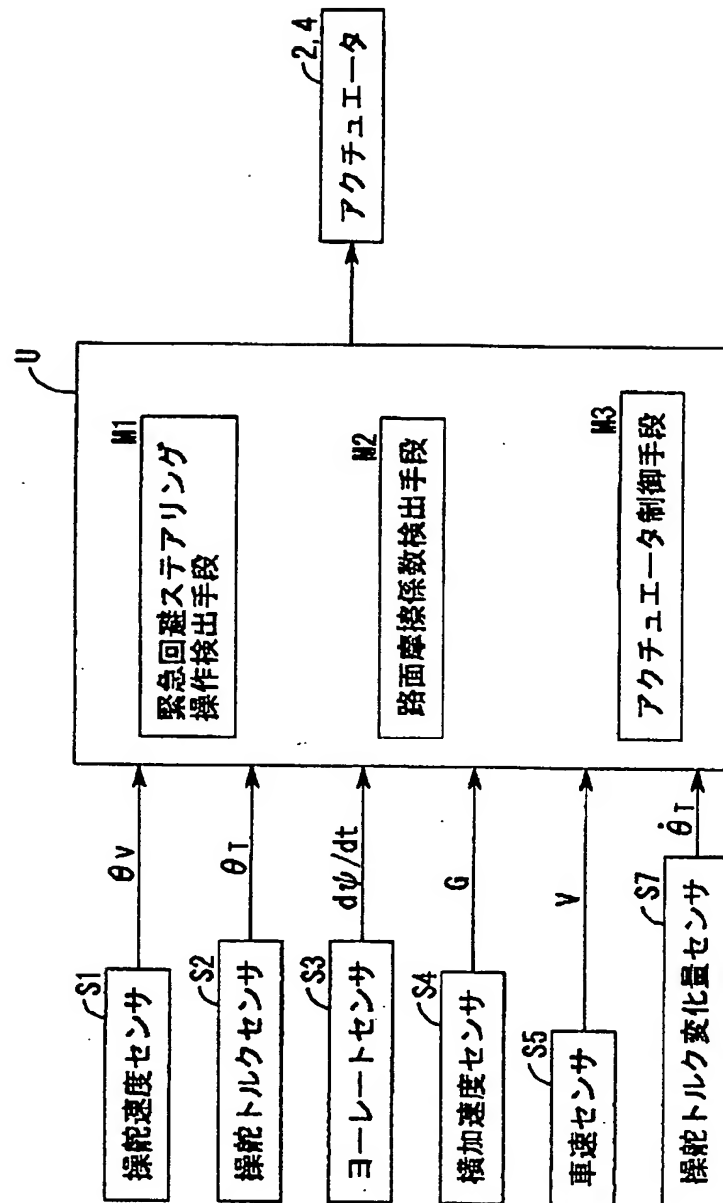
【図 1】



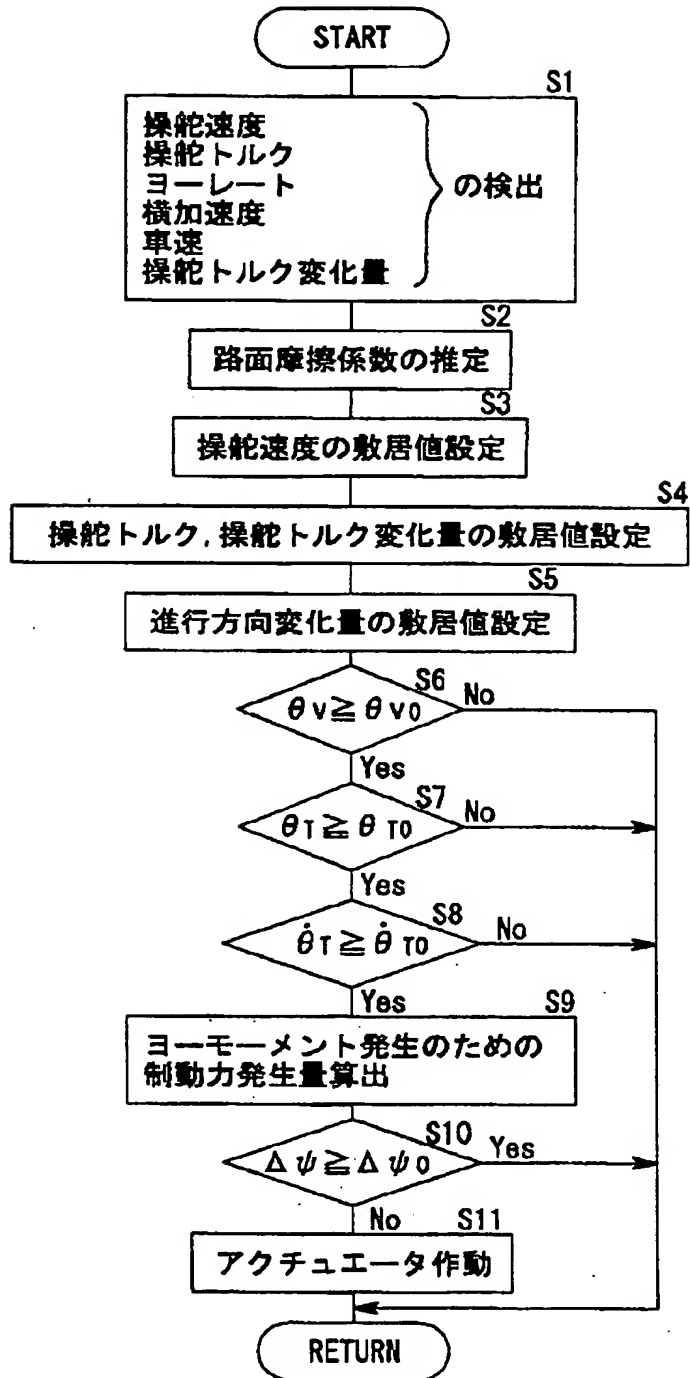
【図 2】



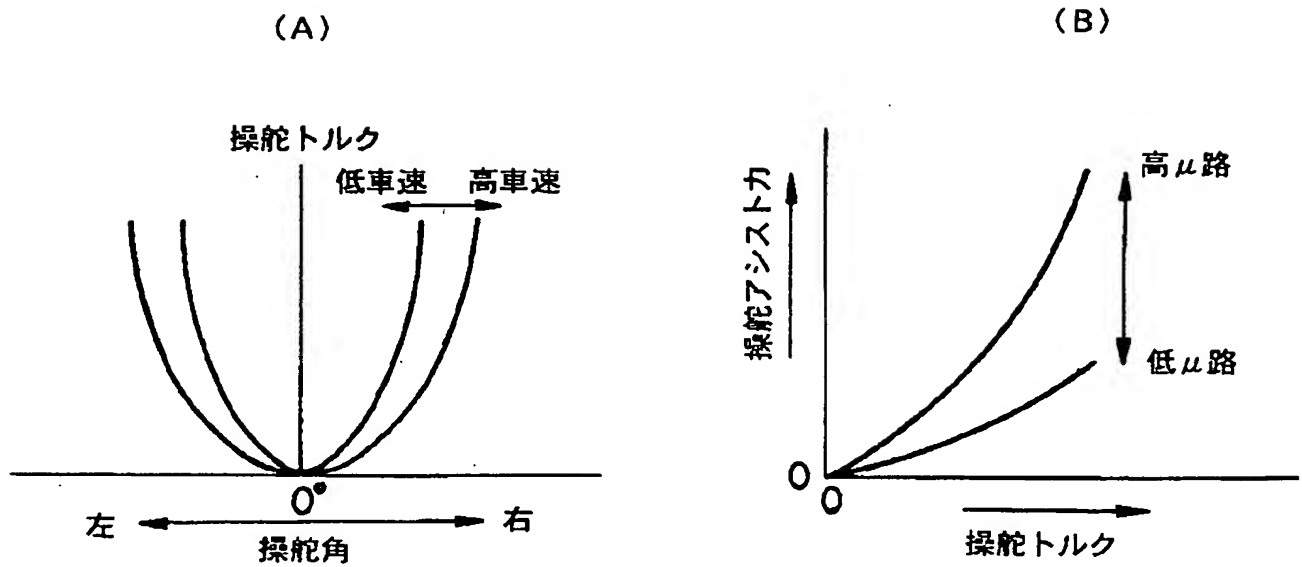
【図 3】



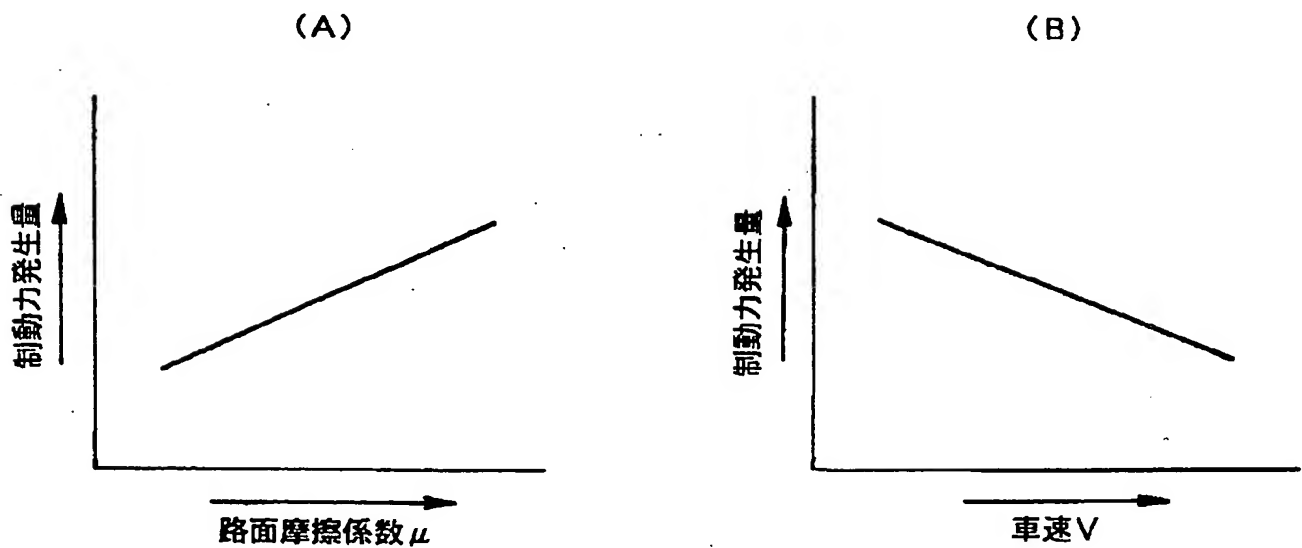
【図 4】



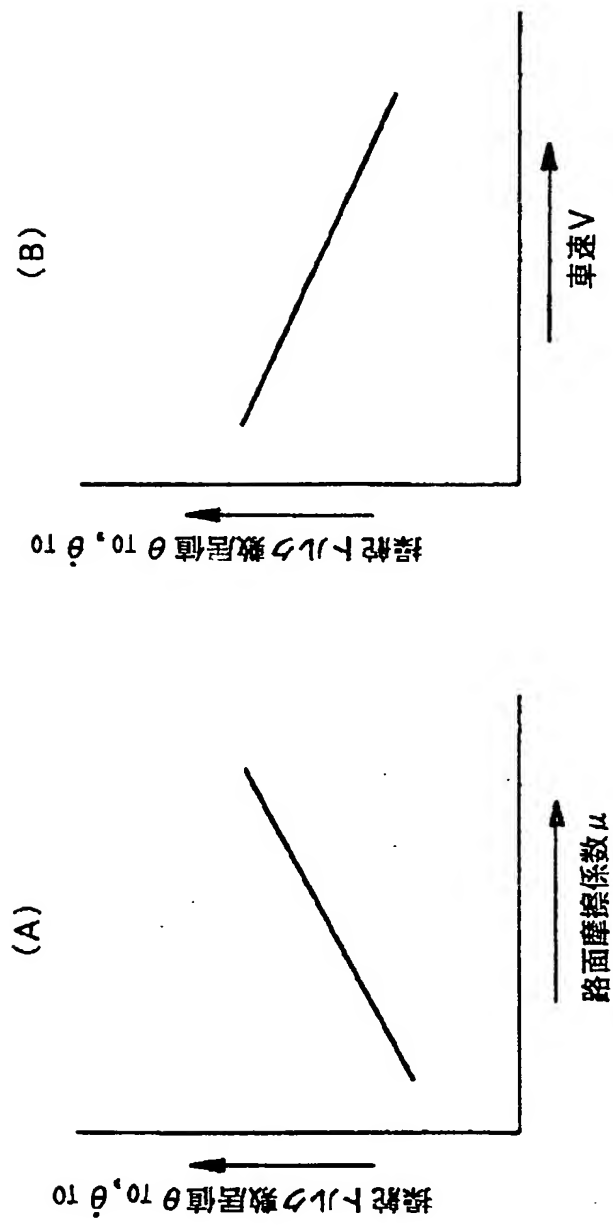
【図5】



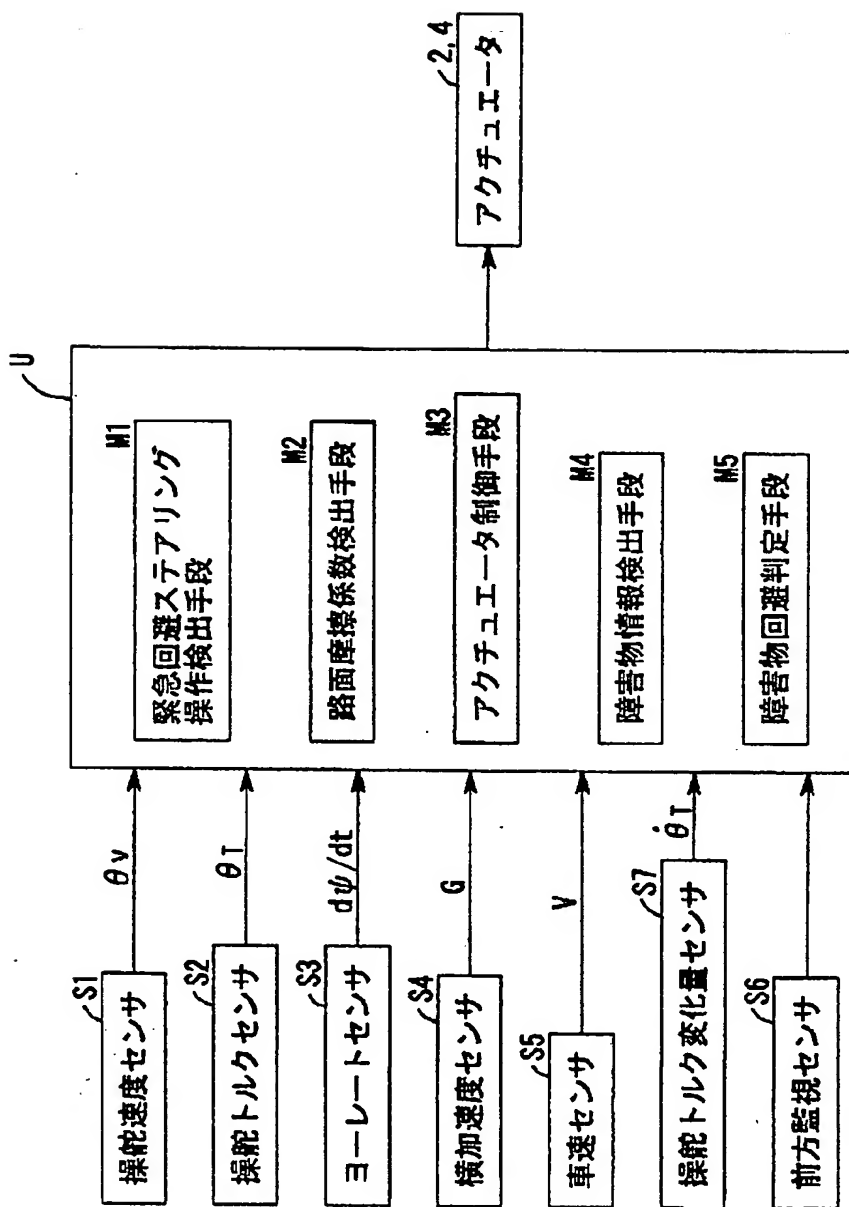
【図7】



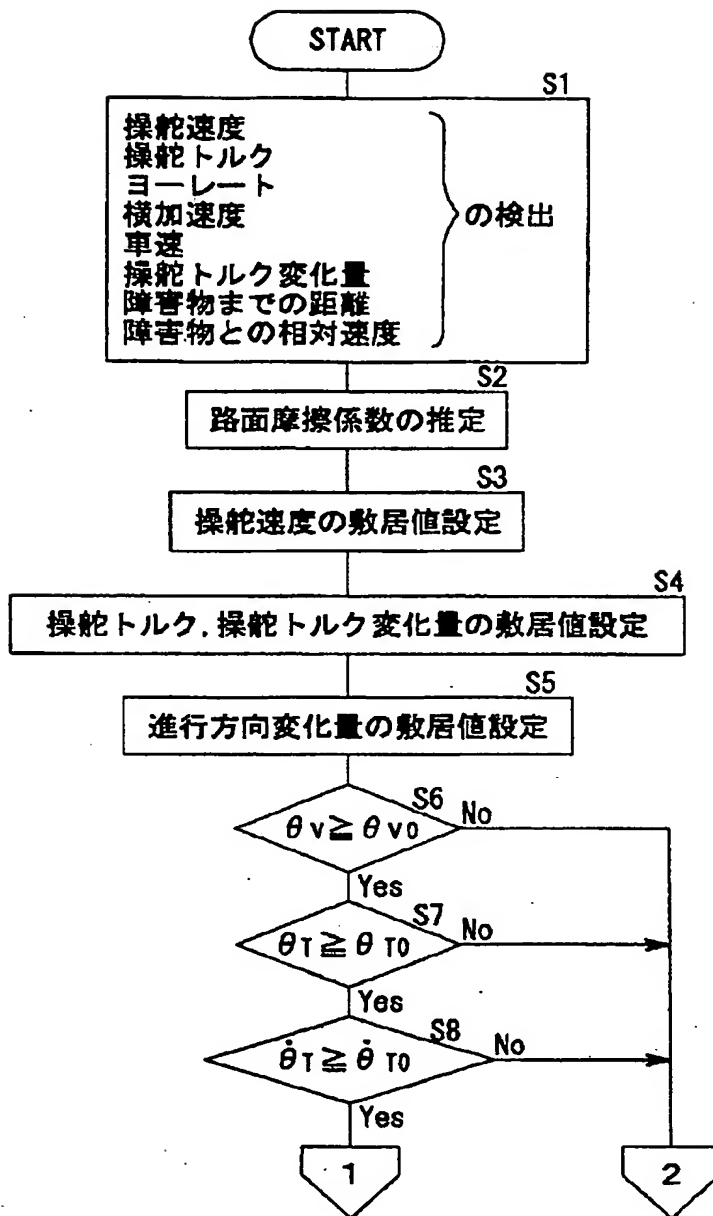
【図6】



【図 8】



【図9】



【図 10】

